

基于 GIS 规划模型的药材种植效益问题研究

——以甘肃省定西市陇西县为例

冯德鸿¹, 党学风² (1. 三峡大学理学院 3S 研究所, 湖北宜昌 443002; 2. 三峡大学理学院数学系, 湖北宜昌 443002)

摘要 为综合规划全县中药材种植的土地资源, 尽可能地提高种植效益, 从县农业局调研搜集了 5 个镇(福星镇、碧岩镇、首阳镇、宏伟镇、菜子镇)5 种中药材(党参、黄芪、黄芩、柴胡、款冬花)的种植面积限额、种植成本、净收益和年均产量、可耕种药材地和可分配的成本等基础数据, 建立了地理信息系统的线性规划模型, 求解并得到基本可行的县级总体种植方案, 并对规划模型和计算结果进行了科学评估。

关键词 中药材; 种植效益; 线性规划; 地理信息系统

中图分类号 F326.5; S127 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)23-0021-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.23.005



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Research on Benefit of Medicinal Material Planting Based on GIS Planning Model—Taking Longxi County, Dingxi City, Gansu Province as an Example

FENG De-hong¹, DANG Xue-feng² (1. 3S Institute, College of Science, China Three Gorges University, Yichang, Hubei 443002; 2. Mathematics Department, College of Science, China Three Gorges University, Yichang, Hubei 443002)

Abstract In order to comprehensively plan the land resources for planting Chinese medicinal materials in the county and improve the planting efficiency as much as possible, the basic data such as the planting area limit, planting cost, net income and average annual yield, arable medicinal material land and distributable cost of 5 Chinese medicinal materials (*Codonopsis pilosula*, *Astragalus membranaceus*, *Scutellaria baicalensis*, *Bupleurum chinense* and *Tussilago farfara*) in 5 towns (Fuxing Town, Biyan Town, Shouyang Town, Hongwei Town and Caizi Town) were collected from the investigation of the county agriculture bureau, the linear planning model of geographic information system was established, and the basically feasible overall planting scheme at the county level was solved and obtained, the planning model and calculation results were scientifically evaluated.

Key words Chinese herbal medicine; Planting benefit; Linear programming; Geographic information system

种植中药材, 提高种植效率, 目前国内对该问题的研究主要包括 3 方面: ①甘肃农业大学以晋小军等^[1]为代表的全局产业链结构优化方向, 提出上游的中药材种植业、中游的中药材企业加工业以及下游的制药企业, 在国家宏观整体调控政策下, 优化全局产业结构, 提高各自效益。尤其是上游的种植业, 提出观点: 调整中药材种植结构, 种植适宜当地环境, 产量高、品质优、经济效益好的中药材, 实现资源的合理配置, 对促进地方经济的发展有重要意义。②林药种植模式研究方向^[2-4], 应用生态学原理和生态经济规律, 以社会、经济、生态综合效益为指标, 结合系统工程方法和现代科学技术, 因地制宜地设计、布局、生产和管理中草药农业生产的发展模式。如在树林下种植中草药材的技术与效益研究, 提出观点: 林药模式也是中草药材的种植模式之一, 对杨树人工林下种植药材的林药种植模式的林分选择、药材种类和特性、种植技术和种植效益等进行分析 and 总结^[2]。③从微观角度方向研究^[5], 提出掌握生产技术、购买优良种子、种苗, 这是成功种植药材的三要素。该研究则是应用运筹学规划建模和 GIS 技术, 从宏观上研究种植域内如何提高中草药材种植效益, 主要搜集甘肃省定西市陇西县主要药材品种(如党参、黄芪、黄芩、柴胡、款冬花等)、主要药材种植聚集地(如福星镇、碧岩、首阳镇、宏伟镇、菜子镇等)的中草药材的主要种植数据, 为取得最大效益, 各地区应该分配土地资源, 找出现实

可行的种植方案。

1 数据准备

通过陇西县农业局调研, 分别得到各类品种药材的基本种植数据(表 1)和陇西县种植药材各镇的种植数据(表 2)。

表 1 各类品种药材数据

Table 1 Data of various types of medicinal materials

药材 Medicinal materials	种植面积 限额 Planting area limit hm ²	种植成本 Planting cost 元/hm ²	净收益 Net income 元/hm ²	年均产量 Average annual yield kg/hm ²
党参 <i>Codonopsis pilosula</i>	5 666.67	60 899.97	124 094.94	12 409.49
黄芪 <i>Astragalus membranaceus</i>	5 166.67	54 899.97	58 721.22	11 744.69
黄芩 <i>Scutellaria baicalensis</i>	3 333.34	56 399.97	54 822.57	9 137.10
柴胡 <i>Bupleurum chinense</i>	1 666.67	36 899.98	110 393.94	3 679.80
款冬花 <i>Tussilago farfara</i>	1 500.00	58 499.97	106 987.45	3 566.25

2 建立规划模型

规划模型的基本前提条件是: ①正常的自然条件下, 即在常态自然状态下研究该问题, 不受人为主观、极端恶劣自然灾害(如疾病、地震、虫灾等)因素的影响; ②表 1 和表 2 中数据可以充分体现陇西县药材种植情况。

变量设置: 设在福星镇种植党参、黄芪、黄芩、柴胡、款冬花的面积分别为 X_{11} 、 X_{12} 、 X_{13} 、 X_{14} 、 X_{15} ; 在碧岩镇种植 5 种中药材的面积分别为 X_{21} 、 X_{22} 、 X_{23} 、 X_{24} 、 X_{25} ; 在首阳镇种植 5 种中药材的面积分别为 X_{31} 、 X_{32} 、 X_{33} 、 X_{34} 、 X_{35} ; 在宏伟镇种植 5 种中药材的面积分别为 X_{41} 、 X_{42} 、 X_{43} 、 X_{44} 、 X_{45} ; 在菜子镇种植 5

作者简介 冯德鸿(1969—), 男, 湖北宜昌人, 副教授, 硕士, 从事遥感影像与 GIS 空间数据分析、GIS 系统仿真研究。

鸣谢 感谢甘肃省定西市陇西县农业局的资助。

收稿日期 2020-05-15; **修回日期** 2020-07-01

种中药材的面积分别为 X_{51} 、 X_{52} 、 X_{53} 、 X_{54} 、 X_{55} 。

表2 各镇药材种植数据

Table 2 Data of the medicinal materials cultivation in each township

镇名 Township name	经度 Long- itude	纬度 Latitude	可耕种 药材地 Arable medicinal material land/hm ²	可分配 的成本 Distrib- utable cost 亿元
福星镇 Fuxing Town	104.579 887 4°E	35.182 156 7°N	6 666.67	4.10
碧岩镇 Biyan Town	104.388 699 5°E	35.028 696 1°N	2 000.00	1.20
首阳镇 Shouyang Town	104.438 610 1°E	35.081 005 6°N	5 200.00	2.75
宏伟镇 Hongwei Town	104.800 171 9°E	35.299 155 2°N	1 866.67	0.69
菜子镇 Caizi Town	104.476 847 7°E	34.989 222 3°N	3 466.67	1.95

目标函数:

$$\begin{aligned} \text{MAX } Z = & 124\,094.94(X_{11}+X_{21}+X_{31}+X_{41}+X_{51})+58\,721.22 \\ & (X_{12}+X_{22}+X_{32}+X_{42}+X_{52})+54\,822.57(X_{13}+X_{23}+ \\ & X_{33}+X_{43}+X_{53})+110\,393.94(X_{14}+X_{24}+X_{34}+X_{44}+ \\ & X_{54})+106\,987.45(X_{15}+X_{25}+X_{35}+X_{45}+X_{55}) \end{aligned}$$

约束条件如下:

土地资源约束:

$$X_{11}+X_{12}+X_{13}+X_{14}+X_{15} \leq 6\,666.67$$

$$X_{21}+X_{22}+X_{23}+X_{24}+X_{25} \leq 2\,000.00$$

$$X_{31}+X_{32}+X_{33}+X_{34}+X_{35} \leq 5\,200.00$$

$$X_{41}+X_{42}+X_{43}+X_{44}+X_{45} \leq 1\,866.67$$

$$X_{51}+X_{52}+X_{53}+X_{54}+X_{55} \leq 3\,466.67$$

成本约束:

$$60\,899.97X_{11}+54\,899.97X_{12}+56\,399.97X_{13}+36\,899.98X_{14}+58\,499.97X_{15} \leq 410\,000\,000$$

$$60\,899.97X_{21}+54\,899.97X_{22}+56\,399.97X_{23}+36\,899.98X_{24}+58\,499.97X_{25} \leq 12\,000\,000$$

$$60\,899.97X_{31}+54\,899.97X_{32}+56\,399.97X_{33}+36\,899.98X_{34}+58\,499.97X_{35} \leq 275\,000\,000$$

$$60\,899.97X_{41}+54\,899.97X_{42}+56\,399.97X_{43}+36\,899.98X_{44}+58\,499.97X_{45} \leq 69\,000\,000$$

$$60\,899.97X_{51}+54\,899.97X_{52}+56\,399.97X_{53}+36\,899.98X_{54}+58\,499.97X_{55} \leq 195\,600\,000$$

种植面积约束(各品种药材种植面积约束):

$$X_{11}+X_{21}+X_{31}+X_{41}+X_{51} \leq 5\,666.67$$

$$X_{12}+X_{22}+X_{32}+X_{42}+X_{52} \leq 5\,166.67$$

$$X_{13}+X_{23}+X_{33}+X_{43}+X_{53} \leq 3\,333.34$$

$$X_{14}+X_{24}+X_{34}+X_{44}+X_{54} \leq 1\,666.67$$

$$X_{15}+X_{25}+X_{35}+X_{45}+X_{55} \leq 1\,500.00$$

非负约束:

$$X_{ij} \geq 0; i=1,2,\dots,5; j=1,2,\dots,5。$$

3 模型求解与评估

因为模型是确定型的线性规划模型,求解算法是表上作业的单形法^[6],所以为了求解方便可用 Lingo 规划软件^[7],或规划模型求解的专用软件包 WinQSB^[8],或 Office Excel 加载宏规划求解^[9]得到模型的满意可行解。求解结果如表 3

所示。

因此要合理地利用有限的资源条件使得陇西县药材种植效益最大化,需要在福星镇种植党参 5 666.67 hm²,款冬花 1 000.00 hm²;在碧岩镇种植黄芪 157.56 hm²、黄芩 59.40 hm²;在首阳镇种植黄芪 5 009.10 hm²;在宏伟镇种植黄芩 165.52 hm²、柴胡 1 616.92 hm²;在菜子镇种植黄芩 2 916.92 hm²、柴胡 49.74 hm²、款冬花 500.00 hm²。应用 ArcGIS 地理信息系统分析软件^[10],可直观到陇西县药材总体种植方案(图 1)。

表3 追求最大效益的种植方案

Table 3 Planting schemes in pursuit of maximum benefit hm²

药材 Medicinal materials	福星镇 Fuxing Town	碧岩镇 Biyan Town	首阳镇 Shouyang Town	宏伟镇 Hongwei Town	菜子镇 Caizi Town
党参 <i>Codonopsis pilosula</i>	5 666.67	0	0	0	0
黄芪 <i>Astragalus membranaceus</i>	0	157.56	5 009.10	0	0
黄芩 <i>Scutellaria baicalensis</i>	0	59.40	0	165.52	2 916.92
柴胡 <i>Bupleurum chinense</i>	0	0	0	1 616.92	49.74
款冬花 <i>Tussilago farfara</i>	1 000.00	0	0	0	500.00

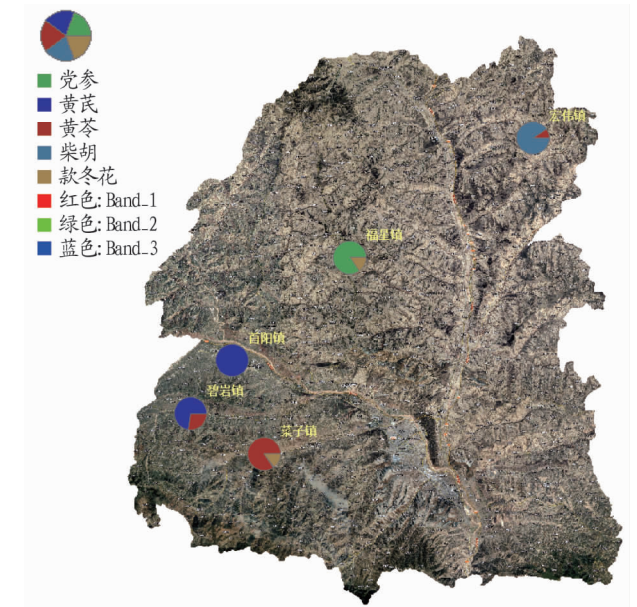


图1 陇西县各乡镇中药材总体种植方案

Fig. 1 The overall planting plan of Chinese medicinal materials in each township of Longxi County

规划模型的优点:①模型是在有限的约束条件下建立的,与实际情况比较贴近,能够较好地反映出现实情况;②该模型数据是陇西县药材种植实际数据,具有很好的真实性,所以模型的结果能为陇西县药材种植提供一定的科学依据,具有很好的现实意义;③模型用 Lingo 软件计算求解,使得计算结果的可信度较高。

规划模型的缺点:①该模型是在给定的有限约束条件下(下转第 47 页)

- based on thermos kinetic and quantum-chemical considerations[J]. Environmental science & technology, 2010, 44(9):3505-3507.
- [9] 江西金达莱环保股份有限公司. 兼氧 FMBR (4S-MBR) 生活污水处理及回用技术[J]. 中国环保产业, 2013(10):15-19.
- [10] ETEMADI H, FONOUNI M, YEGANI R. Investigation of antifouling properties of polypropylene/TiO₂ nanocomposite membrane under different aeration rate in membrane bioreactor system[J/OL]. Bioresource technology, 2020, 25 [2010-01-15]. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.e00414>.
- [11] PIRSAHEB M, FARAHANI M H D A, ZINADINI S, et al. Fabrication of high-performance antibiofouling ultrafiltration membranes with potential application in membrane bioreactors (MBRs) comprising polyethersulfone (PES) and polycitrate-Alumoxane (PC-A)[J]. Separation and purification technology, 2019, 211:618-627.
- [12] PANDIYAN R, AYYARU S, AHN Y H. Non-toxic properties of TiO₂ and STiO₂ nanocomposite PES ultrafiltration membranes for application in membrane-based environmental biotechnology[J]. Ecotoxicology and environmental safety, 2018, 158:248-255.
- [13] ASLAM M, AHMAD R, KIM J. Recent developments in biofouling control in membrane bioreactors for domestic wastewater treatment[J]. Separation and purification technology, 2018, 206:297-315.
- [14] IORHEMEN O T, HAMZA R A, TAY J H. Membrane fouling control in membrane bioreactors (MBRs) using granular materials[J]. Bioresource technology, 2017, 240:9-24.
- [15] ZHOU L J, YE B, XIA S Q. Assessment of membrane bioreactor fouling with the addition of suspended aluminum nitride nanoparticles[J/OL]. Chemosphere, 2019, 237 [2020-01-15]. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124473>.
- [16] 杨会会, 刘宏菊, 高冰, 等. 臭氧-活性炭投加对 MBR 混合液特性及膜污染的影响研究[J]. 环境工程, 2017, 35(6):54-58.
- [17] 宋先庆, 周杰, 刘飞, 等. 基于小孔径 PVDF 内衬膜 A/O-MBR 膜污染分析[J]. 水处理技术, 2020, 46(1):38-42.
- [18] GAO D W, WEN Z D, LI B, et al. Microbial community structure characteristics associated membrane fouling in A/O-MBR system[J]. Biore-source technology, 2014, 154:87-93.
- [19] 袁星, 杨敏, 罗南, 等. 一体式 A²O-MBR 内的 DO 分布模拟及影响因素研究[J]. 膜科学与技术, 2016, 36(1):61-71.
- [20] KIMURA K, UCHIDA H. Intensive membrane cleaning for MBRs equipped with flat-sheet ceramic membranes: Controlling negative effects of chemical reagents used for membrane cleaning[J]. Water research, 2019, 150:21-28.
- [21] 肖昂. 基于 ASM 的一体化膜生物反应器工艺模拟与多目标优化研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2018.
- [22] 曹迎晨, SONNENBURG A, URBAN W. MBR 平板膜中气泡运动的水力特征的数值分析[J]. 环境工程学报, 2020, 14(2):414-422.
- [23] SCHMITT F, BANU R, YEOM I T, et al. Development of artificial neural networks to predict membrane fouling in an anoxic-aerobic membrane bioreactor treating domestic wastewater[J]. Biochemical engineering journal, 2018, 133:47-58.
- [24] FARIA C V, RICCI B C, SILVA A F R, et al. Removal of micropollutants in domestic wastewater by expanded granular sludge bed membrane bioreactor[J]. Process safety and environmental protection, 2020, 136:223-233.
- [25] WANG H C, CUI D, HAN J L, et al. A²O-MBR as an efficient and profitable unconventional water treatment and reuse technology: A practical study in a green building residential community[J/OL]. Resources, conservation & recycling, 2019, 150 [2020-01-15]. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104418>.
- [26] 杨卫, 李孟. 一体化装置处理农村生活污水工程设计与调试运行[J]. 中国给水排水, 2015, 31(20):93-96.
- [27] 梁珊, 于龙, 刘旭军, 等. 氧化沟/MBR 一体化装置在村镇污水处理中的应用[J]. 中国给水排水, 2015, 35(3):93-95.
- [28] 郭海林, 周宇松, 刘中亲, 等. 基于 MBR 的一体化装置处理生活污水实例[J]. 水处理技术, 2018, 44(11):138-140.
- [29] 付丽霞, 崔宁, 刘世虎, 等. 水解酸化-接触氧化-MBR 一体化装置处理农村生活污水[J]. 环境工程, 2018, 36(11):49-52.

(上接第 22 页)

建立的,但是影响陇西县药材种植的因素有很多,不能每种因素都考虑进去,所以相对于现实还是有差距;②模型求解结果只是为陇西县药材种植提供总体上的科学的种植方案,至于具体到各乡镇来决定具体详细的药材种植方案,还不能完全依靠该模型来规划,所以具有一定的局限性。

4 小结

该研究应用 GIS 线性规划建模技术,从宏观角度研究种植域内如何规划种植区域内的土地资源,提高中草药材种植效益,可供农业主管部门参考决策。由于所建模型是确定型的线性规划模型,所以对气候天气外界环境的变化可能造成的干扰等因素没考虑进去,依靠模型求解得到的总体种植方案刚性有余,柔性不足,还有待于继续从随机规划(如模糊规划等)方向进行深入研究。

参考文献

- [1] 晋小军,任应宗,张欣咏,等. 甘肃主产大宗中药材产业链经济效益比较分析[J]. 甘肃农业, 2013(21):24-29.
- [2] 陈慧玲,张翀叶,孙庐山,等. 湖北省杨树林下药材种植技术及效益分析[J]. 湖北林业科技, 2015, 44(1):9-12, 52.
- [3] 密余华. 林下药材种植存在的问题及发展对策[J]. 北京农业, 2015(18):52.
- [4] 郭兰萍,吕朝耕,王红阳,等. 中药生态农业与几种相关现代农业及 GAP 的关系[J]. 中国现代中药, 2018, 20(10):1179-1188.
- [5] 王忠民. 种药材如何获得好效益[J]. 四川农业科技, 2007(3):34.
- [6] 胡运权. 运筹学基础及应用[M]. 6 版. 北京:高等教育出版社, 2014:12-44.
- [7] 徐家旺,刘彬,姜波,等. 实用管理运筹学[M]. 2 版. 北京:清华大学出版社, 2009:44-48.
- [8] 焦宝聪,陈兰平. 运筹学的思想方法及应用[M]. 北京:北京大学出版社, 2008:54-57.
- [9] 刘满凤. 数据、模型与决策——基于 Excel 的应用与求解[M]. 北京:清华大学出版社, 2015:36-41.
- [10] 牟乃夏,刘文宝,王海银,等. ArcGIS10 地理信息系统教程——从初学到精通[M]. 北京:测绘出版社, 2012:203-216.